

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-107066

(43)Date of publication of application : 21.06.1984

(51)Int.Cl.

C22C 38/46

C22C 38/54

(21)Application number : 57-216549

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 10.12.1982

(72)Inventor : HIRATA ISAO  
SAKUMOTO YOSHIRO  
TODA SHIGEYUKI  
ONO SHUJI  
NAMISE KOUZOU

## (54) HIGH-TOUGHNESS AND WEAR-RESISTANT STEEL

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a titled steel which is inexpensive and has high resistance to softening by tempering at a high temp. by composing the same of C, Si, Mn, Cr, Mo, V, Ni and Fe, etc. and of a specific compsn.

**CONSTITUTION:** A titled wear-resistant steel consists of 0.4W0.6mass% C, 1.6W 2.2% Si, 0.5% Mn, 1W1.5% Cr, 0.8W1.2% Mo, 0.2W0.5% V, 1W2% Ni, and further 0.0005W0.001% B according to need and the balance Fe with ordinary impurities. Said steel is inexpensive, has excellent toughness and high resistance to softening by tempering and is suitable for a cutting edge, etc. of a motor grader. C and Si among the above-mentioned compsn. components is necessary to maintain wear resistance, toughness, etc., and Cr is necessary to maintain high hardness. Mo is effective in improving hardenability, toughness and resistance to softening by tempering, and V is effective in improving the resistance to softening by tempering and toughness as well as wear resistance. Ni improves toughness and wear resistance. B contributes to an improvement in the resistance to softening by tempering, toughness and wear resistance.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—107066

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 22 C 38/46  
38/54

識別記号  
CBH  
CBH

庁内整理番号  
7147—4K  
7147—4K

⑬ 公開 昭和59年(1984)6月21日  
発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 高靱性耐摩耗鋼

⑯ 特 願 昭57—216549

⑰ 出 願 昭57(1982)12月10日

⑱ 発 明 者 平田勇夫

広島市西区観音新町四丁目6番  
22号三菱重工業株式会社広島研  
究所内

⑲ 発 明 者 作本嘉郎

高砂市荒井町新浜2丁目1番1  
号三菱重工業株式会社高砂研究  
所内

⑳ 発 明 者 戸田重行

高砂市荒井町新浜2丁目1番1  
号三菱重工業株式会社高砂研究  
所内

㉑ 発 明 者 小野修二

長崎市飽の浦町1番1号三菱重  
工業株式会社長崎研究所内

㉒ 発 明 者 浪瀬耕造

相模原市田名3000番地三菱重工  
業株式会社相模原製作所内

㉓ 出 願 人 三菱重工業株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目5  
番1号

㉔ 代 理 人 弁理士 坂間暁 外2名

明 細 部

1. 発明の名称

高靱性耐摩耗鋼

2. 特許請求の範囲

(1) 質量%でC 0.4～0.6, Si 1.6～2.2, Mn 0.5以下,

Cr 1～1.5, Mo 0.8～1.2, V 0.2～0.5, Ni 1～2と残  
部Fe及び通常の不純物からなる高温での焼戻  
軟化抵抗の優れた高靱性耐摩耗鋼。

(2) 質量%でC 0.4～0.6, Si 1.6～2.2, Mn 0.5以下,

Cr 1～1.5, Mo 0.8～1.2, V 0.2～0.5, Ni 1～2, B  
0.0005～0.001と残部Fe及び通常の不純物と  
からなる高温での焼戻軟化抵抗の優れた高靱性  
耐摩耗鋼。

3. 発明の詳細な説明

本発明はモータグレーダのカuttingエッ  
ジ等に適用可能な焼戻し軟化抵抗の大きい高靱  
性耐摩耗鋼に関する。

モータグレーダのカuttingエッジは耐摩  
耗性が要求されるだけではなく、モータグレー

ダを運転中に受ける各種衝撃に耐えられる高い  
靱性(一般にはシャルピー衝撃値で3kgm/cm以上  
必要と考えられている)が要求され、耐摩耗性  
と高靱性の両者を備えた材料が必要とされてい  
る。またカuttingエッジ材は使用中に土砂  
と摩擦することにより発生する熱によって焼戻  
され硬度が低下し耐摩耗性が著しく低下する事  
が明らかになった。特に積留地でアスファルト  
道路の除雪作業に使用されるカuttingエッ  
ジは、氷やアスファルトとの摩擦による発熱が  
大でカuttingエッジ先端が500～600℃を  
越える高温にさらされるため耐摩耗性低下の傾  
向が大きく、耐久性向上を求められている。

従来モータグレーダのカuttingエッジ  
材として使用されている材料としては、JIS  
規格のSCr445或いはSi含有量を高めて鋼の耐  
焼戻性能を改良した高Si系鋼(特公昭47-8801  
号等)があり、これらは比較的溫度上昇が小さ  
い整地作業に用いる場合又は小型機種に用いる

場合に優れた耐摩耗性を有するが除雪作業や大型機械のように先端温度が600℃を超える温度となる条件下で使用される場合、耐摩耗性が著しく小さいという欠点を有している。また高温での耐摩耗性の優れた鋼も工具鋼の中にはあるが、靱性、加工性が劣るばかりでなく高価な合金元素を多量に含むために価格上昇に比して耐摩耗性向上の割合が小さく、安価であるべきカッティングエッジとして適さない欠点がある。

以上のとおり、高い硬さを得るために850～450℃で焼戻をして用いている従来のカッティングエッジ材は初期の硬さが高くても一度運転されれば軟化し、耐摩耗性が著しく低下していた。

本発明は以上の事実及び従来鋼の欠点を鑑みてなされたもので、安価でかつ高温での焼戻軟化抵抗のすぐれた高靱性耐摩耗鋼の提供を目的とする。

本発明者らの研究によれば粗大なセメンタイト

めには、0.4%以上を含有することが必要である。しかし、0.6%を超えると本発明鋼の特徴であるMo、Vの相互作用にも関係するが組織中の炭化物が粗大化し硬さは増加するものの靱性値を低下させると共に、塊状の炭化物の脱落によって摩耗が進むようになり、かえって耐摩耗性を低下させる。従って、Cは0.4～0.6%に限定する。

SiはNiとの共存によって、基地の硬さを高めるとともに、焼戻に当って炭化物を微細に析出し、靱性、耐摩耗性向上に有効である。1.6%未満ではその効果が不充分である。また一方2.2%を超えると焼入性を阻害し、他のCr-Ni量を高める必要が出て来ると共に靱性の低下、及び焼割れ感受性が高くなる。従ってSiは1.6～2.2%に限定する。

Mnは通常の製鋼において用いられる必須の元素であるが、本発明鋼ではSi量が高いためMn含有量が高いと著しい脆化を起し靱性が低下するので、できるかぎり少ない方が好ましい。従っ

ト分散の鋼にくらべ、微細なCr、Mo、V、W等の炭化物の分散析出した鋼のほうが、常温の硬度が低くとも焼戻軟化抵抗が向上し、耐摩耗性が著しく向上することがわかった。そこで本発明はこの知見を利用すべく次の2点を要旨とする。

(1) 質量%でC 0.4～0.6、Si 1.6～2.2、Mn 0.5以下、Cr 1～1.5、Mo 0.8～1.2、V 0.2～0.5、Ni 1～2と残余Fe及び通常の不純物からなる高温での焼戻軟化抵抗の優れた高靱性耐摩耗鋼。

(2) 質量%でC 0.4～0.6、Si 1.6～2.2、Mn 0.5以下、Cr 1～1.5、Mo 0.8～1.2、V 0.2～0.5、Ni 1～2、B 0.0005～0.001と残余Fe及び通常の不純物からなる高温での焼戻軟化抵抗の優れた高靱性耐摩耗鋼。

以下、本発明の数値限定理由を説明する。

Cは耐摩耗性を維持するための硬さおよび靱性に大きな影響を与える重要な成分であり、耐摩耗性の目安になる<sup>HRC</sup>45以上の硬さを得るた

て、<sup>M</sup>は通常の製鋼に於いて支障のない範囲として、0.5%以下に限定する。

Crは、焼入性を向上し、焼入後の硬さを高め高温焼戻によっても高硬度を維持させる作用を有する。このような効果を得るには、本発明鋼のSi量が高いために1%以上のCrが必要でありまた1.5%を超えても、焼入性が飽和すると共に、靱性が低下して来る。従ってCrは1～1.5%に限定する。

MoはCr、Niとの関係に於いて焼入性を高めると共に、焼戻脆性を抑えまたセメンタイトを分散させることにより靱性を高める。更に、Vとの共存に於いて、セメンタイトを安定にし、高温焼戻時の炭化物凝集を抑え、V炭化物による2次硬化を促進するので、本発明の特徴である焼戻軟化抵抗向上に有効な元素である。このような効果は0.8%以上で得られるが、1.2%を超えても相乗されることはなく、効果は飽和し、靱性を低下させる。従ってMoは0.8～1.2%に限定す

る。

Vは高温における焼戻によって微細な炭化物を生成し、炭化物の2次硬化によって、結果的に焼戻軟化抵抗を高めると共に、結晶粒を微細化し、靱性を高めるものであり、単独でも効果があるが、本発明鋼の用途の1つである620℃に近い条件に曝されるカッティングエッジに於いて軟化を抑え耐摩耗性を維持するためには、Moと共存させて著しい効果を引き出す必要がある。このような効果を得るためには、0.2%以上のVが必要であるが、0.5%を超える多量のV添加によって、V炭化物の過剰な析出は逆に炭化物を粗大化させ靱性、耐摩耗性を低下させる。従って、Vは0.2~0.5%に限定する。

Niは硬度向上に寄与しないものの基地の靱性を高めることにより析出物の基地からの剝離を防止する作用等をなし、結果として鋼の耐摩耗性向上させ、更にMo、Vの焼戻軟化抵抗の向上と相乗されて、鋼に優れた耐摩耗性を賦与する。

した。熱処理は、1025℃で拡散焼鈍後875℃で焼戻したものを925℃で油焼入し各種の温度で焼戻した。更に、従来鋼は所定の温度で、比較鋼及び本発明鋼は640℃で焼戻したものについて常温硬さ(HRC)、衝撃値(2mmリノッチ試験温度常温)及び摩耗試験を実施し比較した。その結果を第2表に示す。

摩耗試験は、15mm×150mm巾の試験片を土木用コンクリート(圧縮強度850kg/cm<sup>2</sup>、粗骨材最大20mm、スランプ量80mm)に15kg/cm<sup>2</sup>の荷重で押し付け、走行速度、8.4km/Hrで84km走行後の摩耗量を求めて比較した。尚本試験の試験片先端温度は最高585℃に達した。第2表にその結果を示すが従来鋼1及び2に比べ本発明鋼は焼戻温度が高いにもかかわらず硬さが大で、靱性、耐摩耗性共に著しく優れていることがわかる。

第2図は焼戻性能曲線により本発明鋼の特徴を従来鋼と比較したもので、本発明鋼の焼戻軟化抵抗は400℃以上の温度で著しく大きく、高

その効果は、1%以上で得られるが、2%を超えると残留オーステナイトの析出により軟化し、また脆化を起こすので脆化防止のために高価なMoを増加する必要がある。従って、Niは1~2%に限定する。

第2発明鋼に含有されるBは微量の添加で著しく焼入硬さを高める。また600℃以上での焼戻軟化抵抗も大きく、更に焼戻温度を高めることが出来るので靱性向上と、更に酷しい条件下での耐摩耗性向上が計れる。しかし0.0005%未満の微量の添加では、溶湯中における酸化、窒化によって有効ボロン量が減少するので充分な効果が得られない。また0.001%を超える多量の添加は、粒界にボロン化合物を析出させ、靱性を低下させる。従って、Bは0.0005~0.001%に限定する。

以下実施例によって本発明を説明する。

第1表の合金組成の鋼を溶解、精錬し造塊した後150mm巾×15mm厚さの断面形状に熱間圧延

温焼戻でも十分な硬さが得られるのでカッティングエッジのような尖先端温度が640℃に近い温度に曝されても、硬度低下がなく優れた耐摩耗性を維持する。

第3図は本発明鋼と従来鋼の高温硬さ曲線を示すもので、本発明鋼は焼戻温度が高いので、常温及び低温域の硬さは従来鋼に比べて低いが、400℃を超える温度領域での硬さ低下が少なく、高温に曝された場合の軟化が小さいと共に、高温に於ける硬さが高く、耐摩耗性に優れる。

以上のべたとおり、本発明の高靱性耐摩耗鋼は安価な上に靱性にすぐれ、更に高温での焼戻軟化抵抗が大きく耐摩耗性にすぐれるので、一般の靱性の求められる耐摩耗部材をはじめ各種建設機械、ブルドーザの切刃等に適用でき、特にモータグレーダのカッティングエッジとして最適である。

以下余白



第 1 表

		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	R	備 考
従来 鋼	1	0.46	0.21	0.72	1.14	—	—	—	—	80r440
	2	0.48	1.92	0.40	1.02	—	—	—	—	高Si鋼
比 較 鋼	1	0.44	1.89	0.40	1.22	1.06	0.26	1.50	—	U低
	2	0.48	1.92	0.44	1.20	0.88	0.25	1.48	—	C多
	3	0.52	1.42	0.88	1.29	1.02	0.28	1.46	—	S低
	4	0.54	2.89	0.87	1.26	0.90	0.26	1.53	—	Si多
	5	0.58	1.54	0.54	1.38	0.95	0.26	1.52	—	Mn多
	6	0.62	1.92	0.42	0.70	1.00	0.29	1.58	—	Cr少
	7	0.52	1.94	0.88	1.84	1.04	0.30	1.29	—	Cr多
	8	0.51	1.89	0.46	1.28	0.68	0.28	1.58	—	Mo少
	9	0.52	1.97	0.42	1.26	1.44	0.32	1.51	—	Mo多
	10	0.51	1.85	0.39	1.80	0.98	0.16	1.52	—	V少
	11	0.52	1.92	0.28	1.89	1.08	0.58	1.46	—	V多
	12	0.50	1.89	0.40	1.26	0.87	0.27	—	—	Ni無
	13	0.54	1.89	0.42	1.29	0.95	0.25	0.81	—	Ni少
	14	0.51	1.92	0.39	1.89	0.93	0.30	2.58	—	Ni多
	15	0.52	1.92	0.38	1.92	0.99	0.27	1.52	0.0020	B多
本 発 明 鋼	1	0.46	1.64	0.40	1.15	0.88	0.28	1.89	—	第1発明
	2	0.67	2.02	0.39	1.38	1.06	0.46	1.68	—	*
	3	0.47	1.96	0.88	1.42	1.02	0.20	1.69	0.0006	第2発明
	4	0.54	1.87	0.40	1.28	0.94	0.28	1.20	0.0008	*

※ Bは添加量、B以外は含有量(分析値)

第 2 表

		硬 さ HRC	衝撃値 kg·m/rd	摩耗減量 mm/km	焼戻温度
従来 鋼	1	42.7	1.9	0.62	420
	2	52.4	4.2	0.40	400
比 較 鋼	1	39.2	6.8	0.43	540
	2	48.7	2.6	0.40	540
	3	48.6	5.2	0.30	540
	4	49.2	2.8	0.21	540
	5	48.3	1.9	0.18	540
	6	36.2	5.0	0.45	540
	7	48.2	2.2	0.19	540
	8	42.3	8.2	0.18	540
	9	47.6	2.4	0.09	540
	10	41.8	4.8	0.29	540
	11	49.6	2.0	0.28	540
	12	46.4	1.6	0.28	540
	13	45.9	2.6	0.25	540
	14	40.0	8.2	0.49	540
	15	48.9	2.1	0.14	540
本 発 明 鋼	1	45.8	6.1	0.07	540
	2	46.9	4.8	0.06	540
	3	47.8	4.6	0.08	540
	4	48.1	4.0	0.03	540

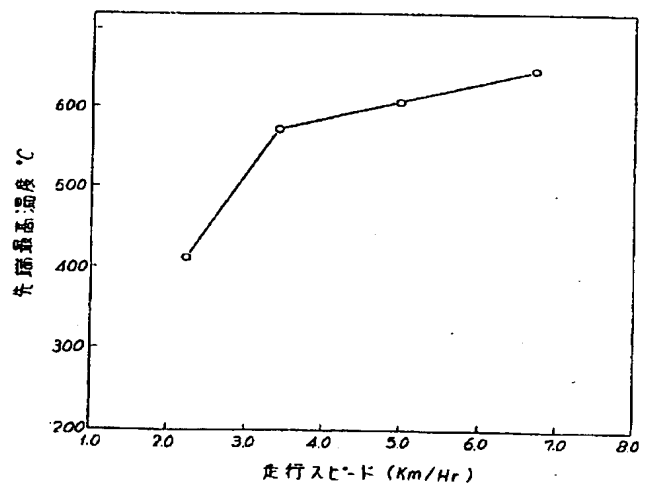
\*摩耗試験としてアスファルト道路で実機装着走行試験を行い、ここでの摩耗減量とは単位走行距離(km)あたりの板厚減(mm)をさす。

## 4. 図面の簡単な説明

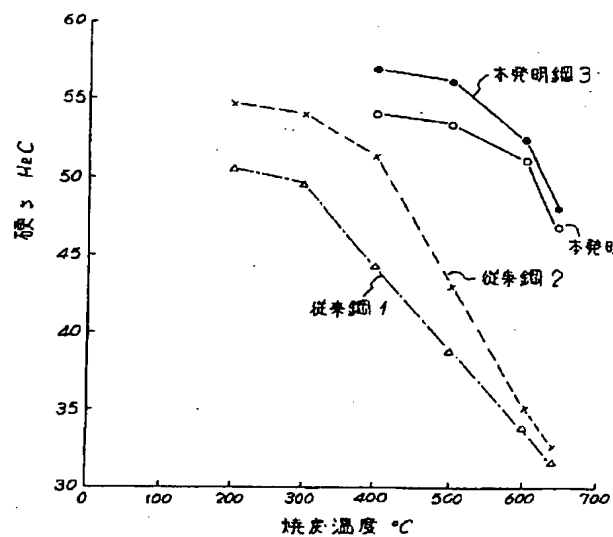
第1図はモータグレーダの除雪作業時におけるカッティング先端の最高温度測定例を示すグラフ、第2図は従来鋼と本発明鋼の焼戻性能曲線、第3図は従来鋼と本発明鋼の耐温硬さ曲線を示すグラフである。

代理人 坂 間 誠 大塚建設株式会社

第 1 図



第2図



第3図

